

**Т. М. ГРИГОРОВА**, канд. техн. наук, докторант, ХНУМГ;  
**Ю. О. ДАВІДІЧ**, д-р техн. наук, проф., ХНУМГ;  
**В. К. ДОЛЯ**, д-р техн. наук, зав. каф., ХНУМГ

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕКОМФОРТНИХ УМОВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА ЗМІНУ ТРАНСПОРТНОЇ СТОМЛЮВАНОСТІ ПАСАЖИРІВ**

Проведено дослідження транспортної стомлюваності пасажирів при поїзді в некомфортних умовах стоячи в автобусах приміського сполучення. Отримано регресійну модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при поїзді стоячи. Проведено аналіз впливу параметрів транспортного процесу на зміну транспортної стомлюваності пасажирів при поїзді у некомфортних умовах.

**Ключові слова:** пасажир, транспортна стомлюваність, перевезення, регресійна модель, час поїздки, коефіцієнт кореляції.

**Вступ.** Підвищення ефективності приміської пасажирської транспортної системи, як складової транспортної системи України, є одним з провідних інтересів держави. Існуюча організація транспортного обслуговування жителів передмістя не відповідає сучасним вимогам управління транспортними комплексами. В теперішній час оптимізація параметрів транспортної системи перевезення пасажирів у приміському сполученні неможлива без оптимізації параметрів технологічного процесу з врахуванням інтересів як перевізників, так і пасажирів. При розвитку приміських транспортних систем недостатньо уваги приділяється вивченню технологій організації перевезень. Методи, моделі та алгоритми організації транспортного обслуговування населення приміських зон, як правило, спираються на розробки, які були виконані ще в минулому столітті, а тому не повністю враховують сучасні вимоги до його організації. Особливо це стосується врахування інтересів пасажирів в отриманні якісних транспортних послуг.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Потреба в приміських перевезеннях виникає у 95 % населення України, а річний обсяг перевезень їх складає 35 % від загального [1]. Різні вирішення проблем оптимізації функціонування приміського пасажирського транспорту пропонувалися багатьма вітчизняними ученими і фахівцями в області теорії управління системами пасажирського транспорту. За даними дослідників, основним завданням пасажирського транспорту є задоволення потреб населення у перевезеннях. Пасажирський транспорт виконує важливу виробничу задачу доставки працюючих до місць прикладення праці. Підвищення продуктивності праці є одним з найважливіших засобів досягнення високої ефективності виробництва. Одним з факторів, що впливає на продуктивність праці людини, є транспортна стомлюваність [2]. Тривалість поїздки і ступінь її комфортності визначають транспортну стомлюваність пасажирів. За даними дослідників, кожні 10 хвилин

додаткового часу, витрачені на пересування до місця роботи, та ще й в дискомфортних умовах, знижують продуктивність праці на 3-4 % [3]. Основними показниками якості перевезень пасажирів є: умови проїзду, що характеризуються ступенем наповнення автобуса; регулярність руху; час, витрачений пасажирами на пересування; безпека руху; ступінь пересадочності [4, 5]. Всі ці фактори мають різну значимість залежно від умов пересування [4]. Дослідники відзначають, що витрати часу пасажирів на пересування можна визначити як суму витрат часу на виконання наступних елементів пересування пасажирів [4, 5]: пішохідного руху від пункту відправлення до зупинки або від зупинки до пункту призначення; очікування транспорту на зупиночному пункті; руху в транспортному засобі. Причому, всі ці елементи можна виконувати при різних умовах. Так, наприклад, поїздки можна здійснювати як сидячи, так і стоячи в салоні транспортного засобу. Очікувати автобус також можна сидячи або стоячи. Ці особливості також впливають на рівень стомлюваності. Оцінивши вплив кожного елемента пересування на рівень стомлюваності пасажирів можна визначити параметри технології перевезень, які мінімізують транспортну стомлюваність пасажирів. При цьому, всі заходи по вдосконаленню процесу перевезення базуються на прогнозуванні пасажиропотоків. В основі цього процесу лежить вибір пасажирами шляху пересування. Для опису вибору пасажирів використовуються два основних підходи. Перший ґрунтується на розгляді частоти обслуговування [6, 7], другий – на розкладі руху [8, 9]. Найбільш придатним для опису процесу формування пасажиропотоків на маршрутах приміського сполучення є другий підхід, адже він використовується при низькій частоті обслуговування. Моделі формування потоків на мережі громадського транспорту, у яких час пересування приймається постійним, можуть виявитися корисними при вивченні мереж із низьким завантаженням. У той же час вони не дають змоги одержати адекватні результати при моделюванні пасажиропотоків у мережах, для яких характерним є ефект переповнення. Методом, що враховує зазначені обставини є рівноважний розподіл. Вказані моделі у повному обсязі не враховують вплив умов пересування на вибір пасажирами шляху пересування, зокрема показники якості пересування, що позначається на транспортній стомлюваності пасажирів.

Стомлення - це фізіологічний стан організму, який супроводжує тривалу й інтенсивну роботу. Цей стан виражається в тимчасовому розладі функцій нервових клітин кори головного мозку, що розповсюджується і на інші системи організму і визначає працездатність людини [10]. Стомлення визначається зміною функціонального стану людини [11]. Функціональний стан - це комплекс наявних характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо або побічно обумовлюють виконання трудової діяльності [10]. Дослідники запропонували інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини – показник активності регуляторних систем (ПАРС), що характеризує загальну реакцію організму на вплив факторів зовнішнього середовища. Даний показник показує напругу інформаційних каналів регуляції в організмі людини, реакцію цих каналів на вплив факторів зовнішнього середовища. Він визначається шляхом обробки електрокардіограми людини та вимірюється в балах, за якими можна визначити в якому стані вона знаходиться [2, 3]: до 3 балів - нормальний стан; від 3 до 6 балів - стан напруги; від 6 до 8 балів - стан перенапруження; від 9 до 10 балів – стан

виснаження. Визначення транспортної стомлюваності пасажирів при міських перевезеннях було проведено дослідниками та описано у праці [2]. Приміські перевезення пасажирів мають технологічні особливості. Внаслідок цього, визначення транспортної стомлюваності пасажирів в процесі приміських перевезень потребує додаткових досліджень.

**Мета роботи.** Метою даної роботи є математична формалізація зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при здійсненні поїздки стоячи в транспортному засобі приміського сполучення.

**Методика експериментів по дослідженню впливу параметрів поїздки стоячи у приміських автобусах на значення показника активності регуляторних систем пасажирів.** Для отримання вихідної інформації були проведені натурні обстеження, в ході яких у пасажирів при поїздки стоячи фіксувалася електрокардіограма і одночасно визначалися параметри поїздки. На підставі отриманої інформації було проведено математичний опис функціонального зв'язку між показником активності регуляторних систем пасажирів і факторами, які на нього впливають. Серед усіх методів, які дозволяють проводити математичний опис зміни показника активності регуляторних систем пасажирів приміського транспорту, були обрані методи регресійного і кореляційного аналізу [12].

На першому етапі дослідження згідно з рекомендаціями, що наведені дослідниками в праці [13], було проведено оцінку взаємного впливу факторів, що досліджувалися. Ці фактори чинять сумісний вплив на зміну показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи приміським пасажирським автомобільним транспортом. Використовуючи часткові коефіцієнти кореляції, що наведені в табл. 1, була проведена оцінка функціональних зв'язків між факторами. Було виявлено, що в більшості випадків фактори, що досліджувалися, не корелюють один з одним.

На наступному етапі дослідження було розроблено багатofакторну регресійну модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи.

Розмір вибірки для розробки моделі було визначено згідно з рекомендаціями, що кількість спостережень, яка використана в моделі, має бути в 6-7 разів більша за кількість факторів. Коефіцієнти регресії визначалися з використанням методу найменших квадратів. Параметри моделі були розраховані відповідно до відомих методів статистики. За величиною критерію Стюдента та довірчих інтервалів коефіцієнту регресії кожного фактору моделі була визначена значимість факторів [13].

Результати розрахунків параметрів моделі зміни показника активності регуляторних систем при поїздки стоячи в транспортному засобі наведені в табл. 2-4.

Модель має наступний вигляд:

$$P_{\text{після}}^{\text{рст}} = 0,03 \cdot ((P_{\text{до}}^{\text{рст}})^2 \cdot (\log(B_n))) + 0,13 \cdot (\gamma \cdot t^{\text{см}}_{\text{рух}}) \cdot (2,8 / \text{Ц}/N_m). \quad (1)$$

З використанням критерію Фішера, коефіцієнта множинної кореляції та середньої помилки апроксимації проводилася оцінка статистичної значимості моделі (табл. 5).

Розрахунки показали, що значення коефіцієнту множинної кореляції відповідає високому ступеню тісноти зв'язку між залежною та незалежними

змінними. Модель є адекватною, так як значення середньої помилки апроксимації відповідає допустимим межах.

Таким чином, проведені розрахунки показали, що отриману модель зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи можливо використовувати при оптимізації параметрів транспортного процесу перевезення пасажирів автомобільним транспортом у приміському сполученні.

Таблиця 1 – Матриця парної кореляції факторів, що досліджувались при визначенні закономірностей зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи

| Фактори  | ПАРС до початку проїзду | Вік пасажирів | Час руху | Коефіцієнт використання місткості | Відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості |
|--|-------------------------|---------------|----------|-----------------------------------|--|
| ПАРС до початку проїзду                                      | 1,000                   | 0,244         | -0,439   | -0,523                            | -0,054   |
| Вік пасажирів  | 0,244                   | 1,000         | -0,069   | -0,636                            | -0,153   |
| Час руху   | -0,439                  | -0,069        | 1,000    | 0,103                             | -0,533   |
| Коефіцієнт використання місткості                            | -0,523                  | -0,636        | 0,103    | 1,000                             | -0,291   |
| Відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості | -0,054                  | -0,153        | -0,533   | -0,291                            | 1,000  |

Таблиця 2 – Межі варіювання факторів моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи

| Фактор   | Позначення, розмірність | Межі вимірювання |
|--|-------------------------|------------------|
| ПАРС до початку проїзду                                      | $P_{до}^{pcm}$ , бали   | 1-8              |
| Вік пасажирів  | $B_n$ , роки            | 18-60            |
| Час руху   | $t_{рух}^{cm}$ , хв.    | 14-39            |
| Коефіцієнт використання місткості                            | $\gamma$                | 0,31-0,91        |
| Відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості | Ц/Нм, тис. у.о./пас     | 0,63-3,33        |

Таблиця 3 – Характеристика факторів моделі зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи

| Фактор  | Коефіцієнт | Стандарт на похибка | Критерій Стьюдента |           |
|---|------------|---------------------|--------------------|-----------|
|   |            |                     | розрахунковий      | табличний |
| $(P_{до}^{pcm})^2 \cdot (\log(B_n))$              | 0,03       | 0,02                | 2,52               | 2,02      |
| $(\gamma \cdot t_{рух}^{cm}) \cdot (2,8 / Ц/Н_m)$ | 0,13       | 0,06                | 2,25               | 2,02      |

Таблиця 4 – Довірчі інтервали коефіцієнтів моделі

| Фактори   | Нижня межа | Верхня межа |
|---|------------|-------------|
| $(P_{до}^{рст})^2 \cdot (\log(B_n))$              | 0,03       | 0,09        |
| $(\gamma \cdot t_{рух}^{см}) \cdot (2,8 / Ц/N_m)$ | 0,06       | 0,32        |

Таблиця 5 – Результати статистичної оцінки моделі

| Показники                       | Значення |
|---------------------------------|----------|
| Критерій Фішера: табличний      | 2,09     |
| розрахунковий                   | 21,89    |
| Коефіцієнт множинної кореляції  | 0,94     |
| Середня помилка апроксимації, % | 9,01     |

**Обговорення результатів дослідження впливу параметрів поїздки стоячи у приміських автобусах на значення показника активності регуляторних систем пасажирів.** Для аналізу моделі було розроблено графіки зміни показника активності регуляторних систем. При побудові графіків всі значення дорівнювали середнім величинам, крім одного фактора, значення якого варіювалося.

Результати розрахунків наведені на рис. 1 – 5.

Їх аналіз дозволив зробити наступні висновки.

Вплив показника активності регуляторних систем пасажирів перед початком поїздки є суттєвим. Він визначає початковий стан людини. Чим більше значення цього показника перед поїздкою, тим більше і після неї.

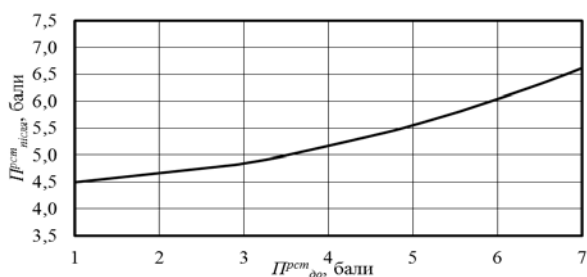


Рис. 1 – Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи від значення цього показника до початку поїздки

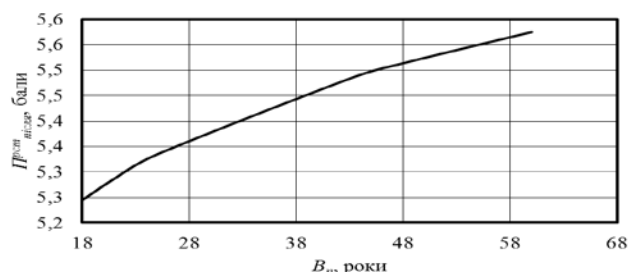


Рис. 2 – Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи від віку пасажирів

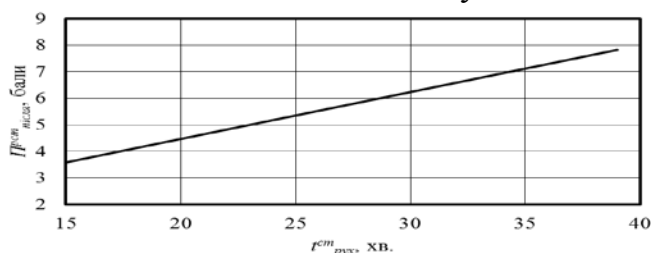


Рис. 3 – Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи від часу руху

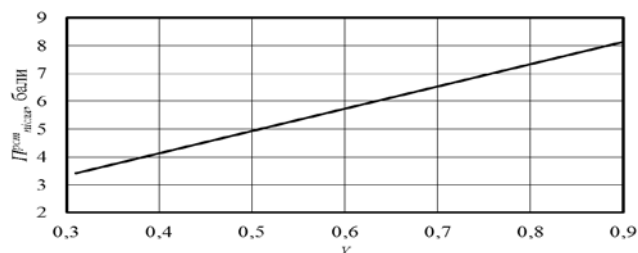


Рис. 4 – Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи від коефіцієнта використання місткості

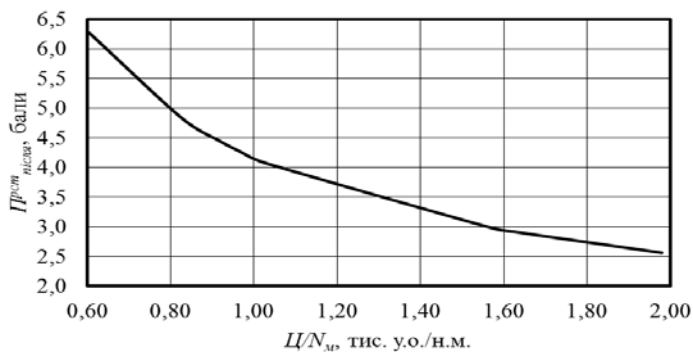


Рис. 5 – Залежність зміни показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи від відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості

його адаптивні властивості здійснюють умови поїздки.

Між часом поїздки та показником активності регуляторних систем пасажирів спостерігається прямий зв'язок. При поїзді стоячи на пасажирів більше впливають фактори, які пов'язані із рухом транспортного засобу. Це призводить до наростання втоми.

Між коефіцієнтом використання місткості транспортного засобу та станом пасажирів спостерігається прямий зв'язок. Адже, чим більшим є даний коефіцієнт, то менше залишається особистого простору для пасажирів, що їде стоячи. Це впливає на адаптивні можливості організму людини.

Ергономічність транспортного засобу, в якості показника якого виступає відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості, позитивно впливає на організм людини. З поліпшенням ергономічності салону транспортного засобу зменшується втома під час поїздки.

**Висновки.** Виявлено, що зміна показника активності регуляторних систем пасажирів при проїзді стоячи з достатньою точністю описується нелінійним регресійним рівнянням, в якому в якості незалежних змінних виступають значення показника активності регуляторних систем перед поїздкою, вік пасажирів, час поїздки, значення коефіцієнта використання місткості транспортного засобу і відношення вартості нового автобуса до номінальної місткості. Отримані закономірності можна використовувати при оптимізації параметрів приміської транспортної системи перевезення пасажирів.

**Список літератури:** 1. Кристопчук, М. Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення [Текст] : дисс. канд. техн. наук / М. Є. Кристопчук. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 214 с. 2. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: «Видавництво «Форт»», 2011. – 504 с. 3. Гюлев, Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора [Текст] : дис...канд. техн. наук / Н. У. Гюлев. – Х.: ХАДИ, 1993. – 174 с. 4. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с. 5. Яновський, П. О. Пасажирські перевезення [Текст] / П. О. Яновський. – Київ: НАУ, 2008. – 469 с. 6. Hickman, M. D. Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks [Текст] / M. D. Hickman, D. H. Bernstein // Transportation Science, 1997, vol. 31. – P. 129 – 146. 7. Schmoeker, J. D. A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model [Текст] / J. D. Schmoeker, M. G. H. Bell, F. Kurauchi // Transportation Research, 2008, vol. 42B.

– P. 925 – 945. **8.** *Nuzzolo, A.* Schedule-based path choice models for public transport networks [Текст] / *A. Nuzzolo* // Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, 2001. – 15 p. **9.** *Nuzzolo, A.* A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks [Текст] / *A. Nuzzolo, F. Russo, U. Crisalli* // Transportation Science, 2001, vol. 35. – P. 268 – 285. **10.** Руководство по физиологии труда [Текст] / под ред. *М. И. Виноградова*. – М.: Медицина, 1969. – 408 с. **11.** Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха [Текст] / под ред. *В. И. Медведева*. – Л. Наука, 1984. – 140 с. **12.** *Галушко, В.Г.* Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / *В. Г. Галушко*. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с. **13.** *Крохин, М. Н.* Оптимальная длительность работы и отдыха локомотивной бригады. Какой ей быть? [Электронный ресурс] / *М. Н. Крохин, А. Б. Кирпичников*. – Режим доступа: <http://www.edv.ru>. 2006. – 8 с.

**Bibliography (transliterated):** **1.** *Kristopchuk, M. J.* (2009). Efektyvnist' pasazhyrs'koyi transportnoyi systemy prymis'koho spoluchennya. *Kharkiv, KhNAUE*, 214. **2.** *Dolya, V. K.* (2011). Pasazhyrs'ki perevezennya. *Kharkiv, Vydavnytstvo "Fort"*, 504. **3.** *Gyulev, N. U.* (1993). Vybhor racional'nogo kolichestva avtobusov na marshrutah goroda s uchetom vlijanija chelovecheskogo faktora. *Kharkiv, KhART*, 174. **4.** *Efremov, I. S., Kobozev, V. M., Yudin, V. A.* (1980). Teorija gorodskih passazhirskih perevozok. *Moscow, Vysshaja school*, 535. **5.** *Yanovsky, P. O.* (2008). Pasazhyrs'ki perevezennya. *Kiev, NAU*, 469 p. **6.** *Hickman, M. D., Bernstein, D. H.* (1997) Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks // Transportation Science, 31, 129–146. **7.** *Schmoeker, J. D., Bell, M. G. H., Kurauchi, F.* (2008). A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model // Transportation Research 42B, 925–945. **8.** *Nuzzolo, A.* (2001). Schedule-based path choice models for public transport networks // Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, Rome, 15. **9.** *Nuzzolo, A., Russo, F., Crisalli, U.* (2001). A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks // Transportation Science, 35, 268–285. **10.** *Vinogradov, M. I. ed.* (1969). Rukovodstvo po fiziologii truda. *Moscow, Medicine*, 408. **11.** *Medvedeva, V. I ed.* (1984). Fiziologicheskie principy razrabotki rezhimov truda i otdyha. *Leningrad, Nauka*, 140. **12.** *Halushko, V. G.* (1976). Veroyatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte. *Kiev, Vysshaja school*, 232. **13.** *Krokhin, M. N. Kirpichnikov, A. B.* (2006). The optimal duration of work and rest of the locomotive crew. What is it to be?: <http://www.edv.ru>. 8.

УДК 642.58:796.071.2

**Н. В. ПРИТУЛЬСЬКАЯ**, д-р техн. наук, проф., КНТЭУ, Киев;

**Г. И. СЕНОГОНОВА**, аспирант, КНТЭУ, Киев;

**Н. В. ВДОВЕНКО**, канд. биол. наук, зав. лаб., Государственный научно-исследовательский институт физической культуры и спорта, Киев

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ «СПОРТ СЛИМ» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ (ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЕСА ТЕЛА)**

Представлен анализ результатов разработки функциональной композиции, из биологически активных веществ с направленным физиологичным действием на организм для использования их в профессиональном спорте, а также в питании населения: особенно для людей с избыточным весом для регуляции веса тела. Применение методологии проектирования модельной функциональной композиций дает возможность расширять ассортимент пищевых продуктов специального назначения, которую можно использовать в кондитерском производстве.

**Ключевые слова:** избыточный вес, ожирение, функциональная композиция, ингредиенты, специальные пищевые продукты, спортсмены, регуляция веса тела

© Н. В. ПРИТУЛЬСЬКАЯ, Г. И. СЕНОГОНОВА, Н. В. ВДОВЕНКО, 2015